



(11) **EP 2 626 515 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**14.08.2013 Patentblatt 2013/33**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/14 (2006.01)**  
**F04D 29/38 (2006.01)** **F01D 9/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12154944.8**

(22) Anmeldetag: **10.02.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

- **Schneider, Tim**  
**85221 Dachau (DE)**
- **Hergt, Alexander**  
**53111 Bonn (DE)**
- **Siller, Ulrich**  
**53332 Bornheim (DE)**

(71) Anmelder:

- **MTU Aero Engines AG**  
**80995 München (DE)**
- **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
**51147 Köln (DE)**

(74) Vertreter: **Marschall, Stefan**  
**Elbpatent**  
**Marschall und Partner**  
**Bavariaring 26**  
**80336 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Elorza Gomez, Sergio**  
**80997 München (DE)**

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Tandem-Schaufelgruppenanordnung**

(57) Offenbart ist eine Schaufelgruppenanordnung für eine Strömungsmaschine zur Bildung einer Schaufelreihengruppe, wobei jeweils eine vordere Schaufel (26) mit einer hinteren Schaufel (28) einen Überdek-

kungsbereich (38) bildet, der ein Kontraktionsverhältnis von mindestens 1,2 aufweist, sowie eine Strömungsmaschine mit einem derartigen Kontraktionsverhältnis zwischen einer vorderen und einer hinteren Schaufel.

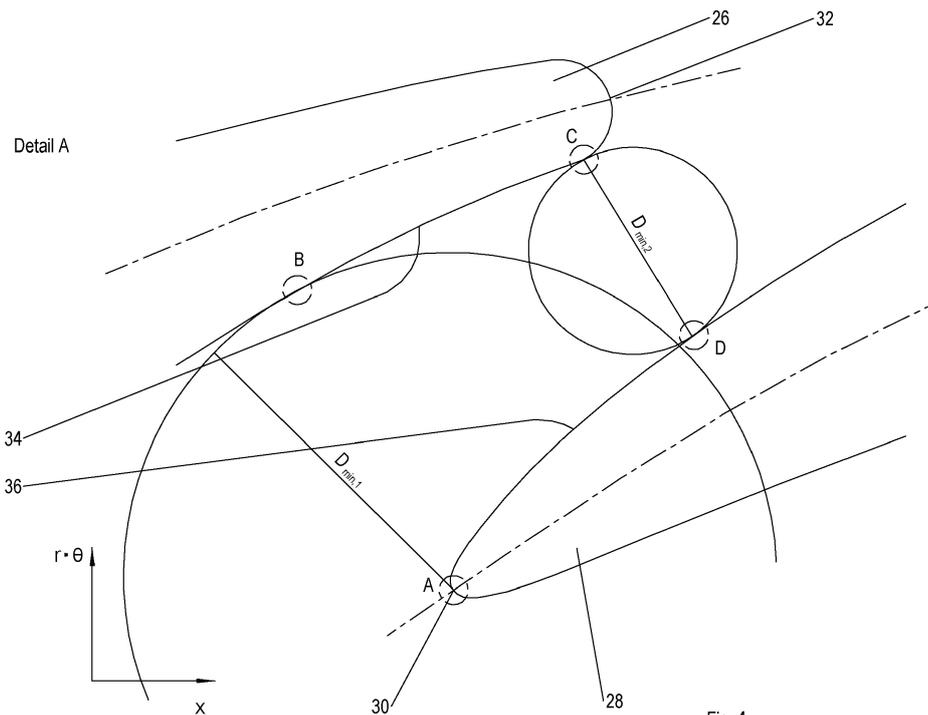


Fig. 4

**EP 2 626 515 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schaufelgruppenanordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Strömungsmaschine.

**[0002]** Die maximale Umlenkung einer Schaufelreihe einer Strömungsmaschine und somit deren aerodynamische Belastbarkeit ist zum einen durch eine Strömungsablösung am Schaufelprofil begrenzt. Zum anderen wird die maximale Umlenkung durch eine Ablösung einer Grenzschichtströmung an Naben und gehäuseseitigen Seitenwänden begrenzt. Zur Erhöhung der Umlenkfähigkeit von Schaufelreihen sind zwei- und mehrfache Schaufelreihengruppen bekannt. Beispielhafte zweifache Schaufelreihengruppen sind in Figur 1 gezeigt. Weitere beispielhafte zweifache Schaufelreihengruppen sind in der DE 10 2009 013 399 A1 sowie in der EP 0 823 540 B 1 beschrieben.

**[0003]** Die in Figur 1 gezeigten Schaufelreihengruppen sind eine rotorseitige Schaufelreihengruppe 2, eine statorseitige Schaufelreihengruppe 4 und eine verstellbare Schaufelreihengruppe 6. Die Schaufelreihengruppen 2, 4, 6 werden jeweils durch eine Vielzahl von Schaufelgruppenanordnung gebildet, die als bekannte Tandemschaufelanordnungen mit jeweils zwei in Strömungsrichtung hintereinander angeordneten Schaufeln 8, 10 ausgebildet sind. Die vorderen Schaufeln 8 und die hinteren Schaufeln 10 bilden jeweils eine Schaufelreihe.

**[0004]** Die rotorseitige Schaufelreihengruppe 2 und die statorseitige Schaufelreihengruppe 4 sind jeweils fest mit einer Nabe 12 bzw. mit einem Gehäuse 14 verbunden, wobei zwischen Blattspitzen der Schaufeln 8, 10 und dem Gehäuse 14 bzw. der Nabe 12 ein Dichtspalt 16 gebildet ist. Die Schaufeln 8, 10 der verstellbaren Schaufelreihengruppe 6 sind endseitig jeweils an einem Drehteller 18, 20 gelagert und gemäß dem Drehpfeil um eine Querachse 22 verschwenkbar. Die Schaufeln 8, 10 können in Axialrichtung voneinander beabstandet sein (rotorseitige Schaufelreihengruppe 2 und verstellbare Schaufelreihengruppe 6) oder einen Überdeckungsbereich 24 bilden (statorseitige Schaufelreihengruppe 4).

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaufelgruppenanordnung für eine Strömungsmaschine zur Bildung einer Schaufelreihengruppe zu schaffen, die einen hohen Wirkungsgrad ermöglicht. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, eine Strömungsmaschine mit einem hohen Wirkungsgrad zu schaffen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaufelgruppenanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7.

**[0007]** Eine erfindungsgemäße Schaufelgruppenanordnung für eine Strömungsmaschine zur Bildung einer Schaufelreihengruppe hat eine vordere Schaufel und eine hintere Schaufel, die in Axial- und Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind und einen Überdeckungsbereich bilden, der zwischen einer Druckseite der vorderen Schaufel und zwischen einer Saugseite der hinteren Schaufel verläuft. Erfindungsgemäß haben die Schaufeln im Überdeckungsgebiet einen konvergenten Verlauf mit einem Kontraktionsverhältnis zwischen einer Eintrittsfläche und einer Austrittsfläche von  $\geq 1,2$ .

**[0008]** Es ist erkannt worden, dass sich mit einem bestimmten Kontraktionsverhältnis bei einem konvergenten Verlauf eine besonders geringe Verlustentwicklung und ein besonders stabiles Umlenkverhalten realisieren lässt. Durch die Realisierung des erfindungsgemäßen Kontraktionsverhältnisses lassen sich somit strömungsmechanisch optimierte Schaufelgruppenanordnungen wie Tandemschaufelanordnungen und insbesondere auch Schaufelgruppenreihen mit einem hohen bzw. gegenüber bekannten Schaufelgruppenanordnungen gesteigerten Wirkungsgrad erzielen. Das Kontraktionsverhältnis ist jedoch nicht auf Tandemschaufelanordnungen begrenzt, sondern kann auch bei Schaufelgruppenanordnungen mit mehr als zwei in Axial- und Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordneten Schaufeln eingestellt werden.

**[0009]** Es hat sich jedoch gezeigt, dass zur Erzielung des hohen Wirkungsgrades ein maximales Kontraktionsverhältnis nicht überschritten werden sollte. Bei einem Ausführungsbeispiel beträgt das maximale Kontraktionsverhältnis 2,8, so dass sich das Kontraktionsverhältnis in einem Bereich von 1,2 bis 2,8 bewegt.

**[0010]** Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Kontraktionsverhältnis einen Wert von 1,7 auf.

**[0011]** Zusätzlich ist es zur Steigerung des Wirkungsgrades vorteilhaft, wenn eine Saugseite der hinteren Schaufel stromab der Austrittsfläche eine größere Krümmung als stromauf der Austrittsfläche aufweist.

**[0012]** Bevorzugterweise hat die Krümmung ein Maximum vom 1,6-Fachen bis zum 1,7-Fachen einer mittleren Krümmung der Saugseite der hinteren Schaufel.

**[0013]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt das Krümmungsmaximum etwa 5 % bis 25 % relativer Skettlinienlänge hinter der Austrittsfläche des Überdeckungsbereichs.

**[0014]** Eine bevorzugte Strömungsmaschine hat zumindest eine Schaufelreihengruppe mit einer Vielzahl von erfindungsgemäßen Schaufelgruppenanordnungen. Eine derartige Strömungsmaschine zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad und somit durch eine hohe Effizienz aus.

**[0015]** Sonstige vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

**[0016]** Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 beispielhafte bekannte Schaufelreihengruppen einer Strömungsmaschine,

Figur 2 eine Draufsicht auf eine Axialebene einer verdichterseitigen Schaufelreihengruppe mit einer Vielzahl von erfindungsgemäßen Schaufelgruppenanordnungen,

Figur 3 eine Detaildarstellung eines Überdeckungsbereichs mit einer skizzierten Querschnittsfläche,

Figur 4 eine Detaildarstellung eines Überdeckungsbereichs mit einer skizzierten Eintrittsfläche und Austrittsfläche, und

Figur 5 einen erfindungsgemäßen Krümmungsverlauf einer hinteren Schaufel einer Tandemschaufelanordnung.

**[0017]** Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf einen Umfangsabschnitt einer Schaufelreihengruppe einer Strömungsmaschine, beispielsweise eine stationäre Gasturbine oder ein Flugzeugtriebwerk. Die Schaufelreihengruppe wird von einer Vielzahl von Schaufelgruppenanordnungen wie Tandemschaufelanordnungen gebildet, die jeweils zwei in Axialrichtung und Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnete Schaufeln 26 und 28 aufweisen. Die Schaufeln 26, 28 bilden jeweils eine Schaufelreihe und haben jeweils eine sich in Radialrichtung erstreckende Vorderkante 30 und eine sich in Radialrichtung erstreckende Hinterkante 32. Vorzugsweise sind die vorderen Schaufeln 26 mit ihren Hinterkanten 32 stromab der Vorderkanten 30 der hinteren Schaufeln 28 angeordnet, wodurch zwischen Druckseiten 34 der vorderen Schaufeln 26 und Saugseiten 36 der hinteren Schaufeln 28 jeweils ein Überdeckungsbereich 38 gebildet wird.

**[0018]** Wie in der Detailansicht A in Figur 3 gezeigt, weist der Überdeckungsbereich 38 einen Überdeckungsgrad O auf, der durch Fällen eines Lotes 40 von der Hinterkante 32 der vorderen Schaufel 26 auf eine Skelettlinie 42 der hinteren Schaufel 28 bestimmt wird. Der Abstand zwischen der Vorderkante 30 und dem Schnittpunkt zwischen dem Lot 40 und der Skelettlinie 42 der hinteren Schaufel 28 ist der Überdeckungsgrad O. Dabei wird der Überdeckungsgrad O positiv von Vorderkante 30 in Richtung der hinteren Schaufel 28 bestimmt. Grundsätzlich weist jeder Überdeckungsbereich einen druckseitigen und einen saugseitigen Überdeckungsgrad O auf, die jeweils getrennt für die Druckseite 34 und die Saugseite 36 bestimmt werden. Der druckseitige Überdeckungsgrad (nicht skaliert) wird durch Fällen eines Lotes 44 von der Vorderkante 30 der hinteren Schaufel 28 auf eine Skelettlinie 46 der vorderen Schaufel 26 ermittelt. Der Abstand zwischen der Hinterkante 32 der vorderen Schaufel 26 und dem Schnittpunkt zwischen dem Lot 44 und der Skelettlinie 46 ist der saugseitige Überdeckungsgrad.

**[0019]** Der Überdeckungsbereich 38 hat einen konvergenten Flächenverlauf. D.h. die Druckseite 34 und die Saugseite 36 verlaufen in Strömungsrichtung düsenartig verjüngt zueinander. Da eine zweidimensionale Betrachtung erfolgt, ist eine Querschnittsfläche  $D_{\min}$  stets als Schaufelabstand multipliziert mit einer radialen Einheitshöhe zu verstehen.

**[0020]** Wie in Figur 4 skizziert, hat der Überdeckungsbereich 38 eine Eintrittsfläche  $D_{\min,1}$ , die als kleinster Abstand (Strecke A-B) zwischen den Vorderkanten 30 der hinteren Schaufeln 28 und den Druckseiten 34 der vorderen Schaufeln 26 definiert ist. Zudem hat der Überdeckungsbereich 38 eine kleinere Austrittsfläche bzw. Engfläche  $D_{\min,2}$ , die durch den kleinsten Abstand (Strecke C-D) zwischen den Saugseiten 36 der hinteren Schaufeln 28 und den Druckseiten 34 der vorderen Schaufel 26 beschrieben ist.

**[0021]** Zwischen diesen beiden Flächen  $D_{\min,1}$ ,  $D_{\min,2}$ , respektive Abständen ist ein Kontraktionsverhältnis KV definiert, für das erfindungsgemäß gilt:  $KV = D_{\min,1} / D_{\min,2}$ , mit  $1,2 \leq KV \leq 2,8$ . Bevorzugt wird ein Kontraktionsverhältnis KV mit einem Wert von  $KV = 1,7$ .

**[0022]** In Figur 5 ist eine bevorzugte saugseitige Profilkrümmung der hinteren Schaufeln 28 gezeigt. Jede Schaufeloberfläche weist, wie in dem Diagramm links unten dargestellt, einen Krümmungsverlauf auf, welcher als Krümmung k über zum Beispiel der Laufkoordinate s entlang der Skelettlinie 42 aufgetragen wird. Dabei wird vornehmlich nur die saugseitige Profilkrümmung der hinteren Schaufeln 28 zwischen 2 % und 98 % der Skelettlinienlänge betrachtet. Für die Saugseite 36 der hinteren Schaufeln 28 kann eine mittlere Krümmung  $k_m$  ermittelt werden. Der saugseitige Krümmungsverlauf der stromab liegenden Schaufeln 28 hat ein Maximum  $k_{\max}$ , welches erfindungsgemäß die folgende Bedingung erfüllt:  $1,6 \times k_m \leq k_{\max} \leq 2,7 \times k_m$ . Bevorzugterweise gilt:  $k_{\max} = 2,5 \times k_m$ .

**[0023]** Die Lage des Krümmungsmaximums  $k_{\max}$  wird, wie rechts oben in Figur 5 veranschaulicht, wie folgt beschrieben: Durch Fällen eines Lotes 48 von dem Punkt D auf der Saugseite 36 der hinteren Schaufel 28 auf ihre Skelettlinie 42 wird ein Abstand der Austrittsfläche  $s(D_{\min,2})$  von der Vorderkante 30 der hinteren Schaufel 28 entlang der Skelettlinie 42 ermittelt. Auf gleiche Art und Weise wird durch Fällen eines Lotes 50 von dem Punkt der maximalen Saugseitenkrümmung P( $k_{\max}$ ) auf die Skelettlinie 42 ein Abstand der maximalen Saugseitenkrümmung  $s(k_{\max})$  von der Vorderkante 30 entlang der Skelettlinie 42 ermittelt. Für den Abstand der maximalen Saugseitenkrümmung  $s(k_{\max})$  gilt im Sinne der Erfindung:

$$s(D_{\min,2}) + 0,05 \times (s(HK(i+1)) - s(VK(i+1))) \leq s(k_{\max}) \leq s(D_{\min,2}) + 0,25 \times (s(HK(i+1)) - s(VK(i+1))),$$

5

wobei HK(i+1): Hinterkante 52 der hinteren Schaufel 28 einer Schaufelreihe i+1, und VK(i+1): Vorderkante 30 der hinteren Schaufel 28 einer Schaufelreihe i+1.

**[0024]** Hierdurch liegt das Krümmungsmaximum etwa 5 % bis 25 % relativer Skelettlinienlänge hinter der Engfläche

10  $D_{\min,2}$ .

**[0025]** Die vorstehende Bedingung nach  $s(k_{\max})$  ergibt die folgende Beziehung:

$$s(k_{\max}) = s(D_{\min,2}) + 0,05 \dots 0,25 \times (s(HK(i+1)) - s(VK(i+1))) \text{ bzw. } s(k_{\max}) = s(D_{\min,2}) + 0,05 \dots 0,25 \times (s(52) - s(30)).$$

15

**[0026]** Bevorzugterweise gilt:

20

$$s(k_{\max}) = s(D_{\min,2}) + 0,15 \times (s(HK(i+1)) - s(VK(i+1)))$$

**[0027]** Offenbart ist eine Schaufelgruppenanordnung für eine Strömungsmaschine zur Bildung einer Schaufelreihengruppe, wobei jeweils eine vordere Schaufel mit einer hinteren Schaufel einen Überdeckungsbereich bildet, der ein Kontraktionsverhältnis von mindestens 1,2 aufweist, sowie eine Strömungsmaschine mit einem derartigen Kontraktionsverhältnis zwischen einer vorderen und einer hinteren Schaufel.

30 Bezugszeichenliste

**[0028]**

- 2 rotorseitige Schaufelreihengruppe
- 35 4 statorseitige Schaufelreihengruppe
- 6 verstellbare Schaufelreihengruppe
- 40 8 vordere Schaufel
- 10 hintere Schaufel
- 12 Nabe
- 45 14 Gehäuse
- 16 Dichtspalt
- 50 18 Drehteller
- 20 Drehteller
- 22 Querachse
- 55 24 Überdeckungsbereich
- 26 vordere Schaufel

	28	hintere Schaufel
	30	Vorderkante
5	32	Hinterkante
	34	Druckseite
	36	Saugseite
10	38	Überdeckungsbereich
	40	Lot
15	42	Skelettlinie hintere Schaufel
	44	Lot
	46	Skelettlinie vordere Schaufel
20	48	Lot
	50	Lot
25	52	Hinterkante
	$D_{\min}$	Engfläche
	$D_{\min,1}$	Austrittsfläche
30	$D_{\min,2}$	Eintrittsfläche
	i	Schaufelreihe
35	HK	Hinterkante
	k	Krümmung
	$k_m$	mittlere Krümmung
40	$k_{\max}$	Krümmungsmaximum
	KV	Kontraktionsverhältnis
45	VK	Vorderkante

### Patentansprüche

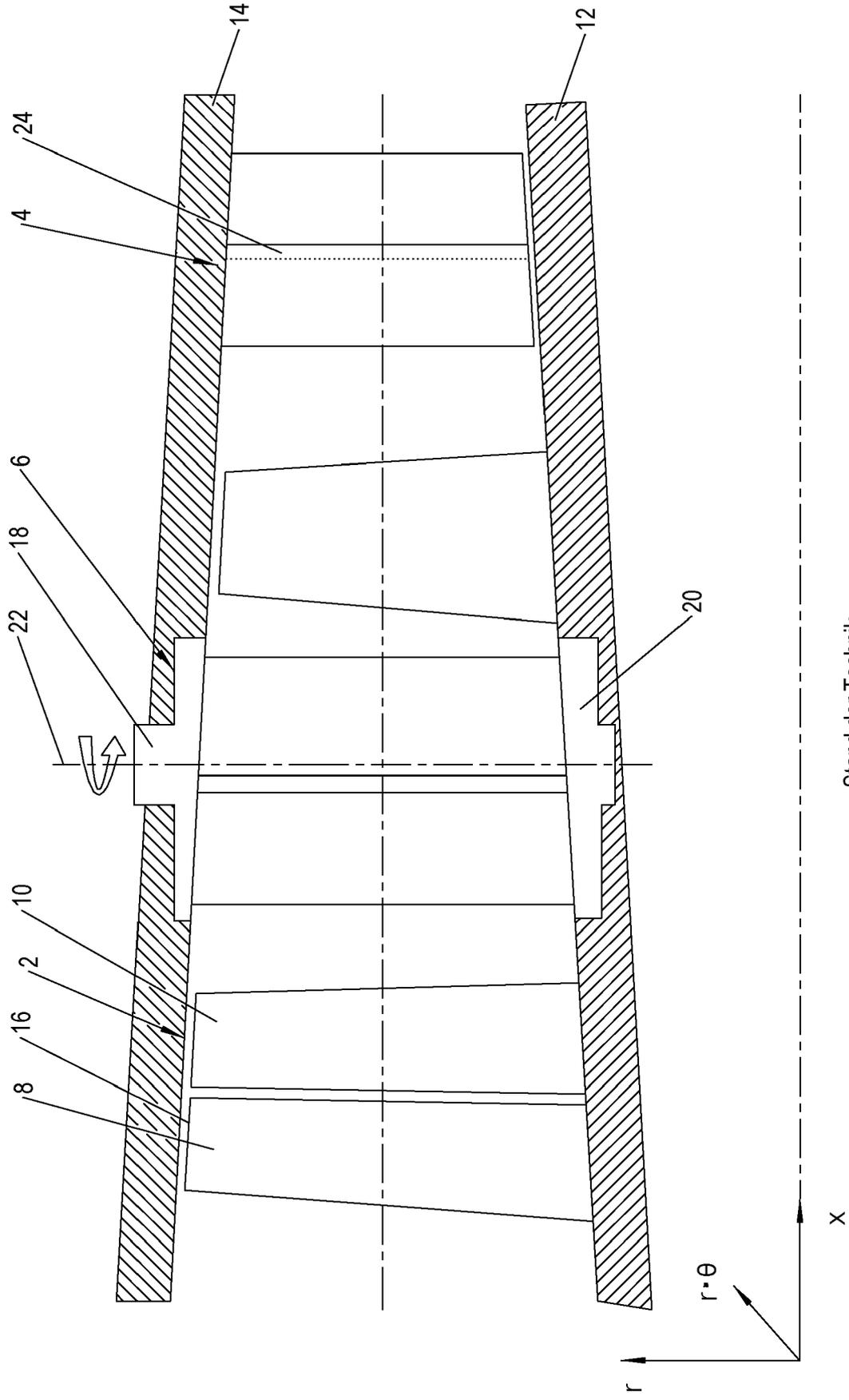
- 50 1. Schaufelgruppenanordnung für eine Strömungsmaschine zur Bildung einer Schaufelreihengruppe, mit einer vorderen Schaufel (26) und mit einer hinteren Schaufel (28), die in Axial- und Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind und einen Überdeckungsbereich (38) bilden, der zwischen einer Druckseite (34) der vorderen Schaufel (26) und zwischen einer Saugseite (36) der hinteren Schaufel (28) verläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (26, 28) im Überdeckungsbereich (38) einen konvergenten Verlauf mit einem Kontraktionsverhältnis (KV) zwischen einer Eintrittsfläche ( $D_{\min,2}$ ) und einer Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) von  $KV \geq 1,2$  haben.
- 55 2. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 1, wobei für das Kontraktionsverhältnis (KV) gilt:  $KV \leq 2,8$ .

## EP 2 626 515 A1

3. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei für das Kontraktionsverhältnis (KV) gilt:  $KV = 1,7$  ist.
4. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Saugseite (36) der hinteren Schaufel (30) stromab der Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) eine größere Krümmung ( $k$ ) als stromauf der Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) aufweist.
5. Schaufelgruppenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Krümmung ( $k$ ) ein Maximum ( $k_{\max}$ ) vom 1,6-Fachen bis zum 1,7-Fachen einer mittleren Krümmung ( $k_m$ ) der Saugseite (36) der hinteren Schaufel (30) hat.
6. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 5, wobei das Krümmungsmaximum ( $k_{\max}$ ) etwa 5 % bis 25 % relativer Skelettlinienlänge hinter der Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) liegt.
7. Strömungsmaschine mit zumindest einer Schaufelreihengruppe mit einer Vielzahl von Schaufelgruppenanordnungen nach einem in einem der vorhergehenden Ansprüche.

### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Schaufelgruppenanordnung für eine Strömungsmaschine zur Bildung einer Schaufelreihengruppe, mit einer vorderen Schaufel (26) und mit einer hinteren Schaufel (28), die in Axial- und Umfangsrichtung der Schaufelgruppenanordnung versetzt zueinander angeordnet sind und einen Überdeckungsbereich (38) in Strömungsrichtung bilden, der zwischen einer Druckseite (34) der vorderen Schaufel (26) und zwischen einer Saugseite (36) der hinteren Schaufel (28) verläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überdeckungsbereich (38) einen konvergenten Verlauf mit einem Kontraktionsverhältnis (KV) zwischen einer Eintrittsfläche ( $D_{\min,2}$ ), die als kleinster Abstand zwischen einer Vorderkante (30) der hinteren Schaufel (28) und der Druckseite (34) der vorderen Schaufel (26) definiert ist, und einer Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ), die durch den kleinsten Abstand zwischen der Saugseite (36) der hinteren Schaufel (28) und der Druckseite (34) der vorderen Schaufel (26) beschrieben ist, von  $KV \geq 1,2$  haben.
2. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 1, wobei für das Kontraktionsverhältnis (KV) gilt:  $KV \leq 2,8$ .
3. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei für das Kontraktionsverhältnis (KV) gilt:  $KV = 1,7$  ist.
4. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Saugseite (36) der hinteren Schaufel (30) stromab der Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) eine größere Krümmung ( $k$ ) als stromauf der Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) aufweist.
5. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 4, wobei die Krümmung ( $k$ ) ein Maximum ( $k_{\max}$ ) vom 1,6-Fachen bis zum 1,7-Fachen einer mittleren Krümmung ( $k_m$ ) der Saugseite (36) der hinteren Schaufel (30) hat.
6. Schaufelgruppenanordnung nach Anspruch 5, wobei das Krümmungsmaximum ( $k_{\max}$ ) etwa 5 % bis 25 % relativer Skelettlinienlänge hinter der Austrittsfläche ( $D_{\min,1}$ ) liegt.
7. Strömungsmaschine mit zumindest einer Schaufelreihengruppe mit einer Vielzahl von Schaufelgruppenanordnungen nach einem in einem der vorhergehenden Ansprüche.



Stand der Technik

Fig. 1

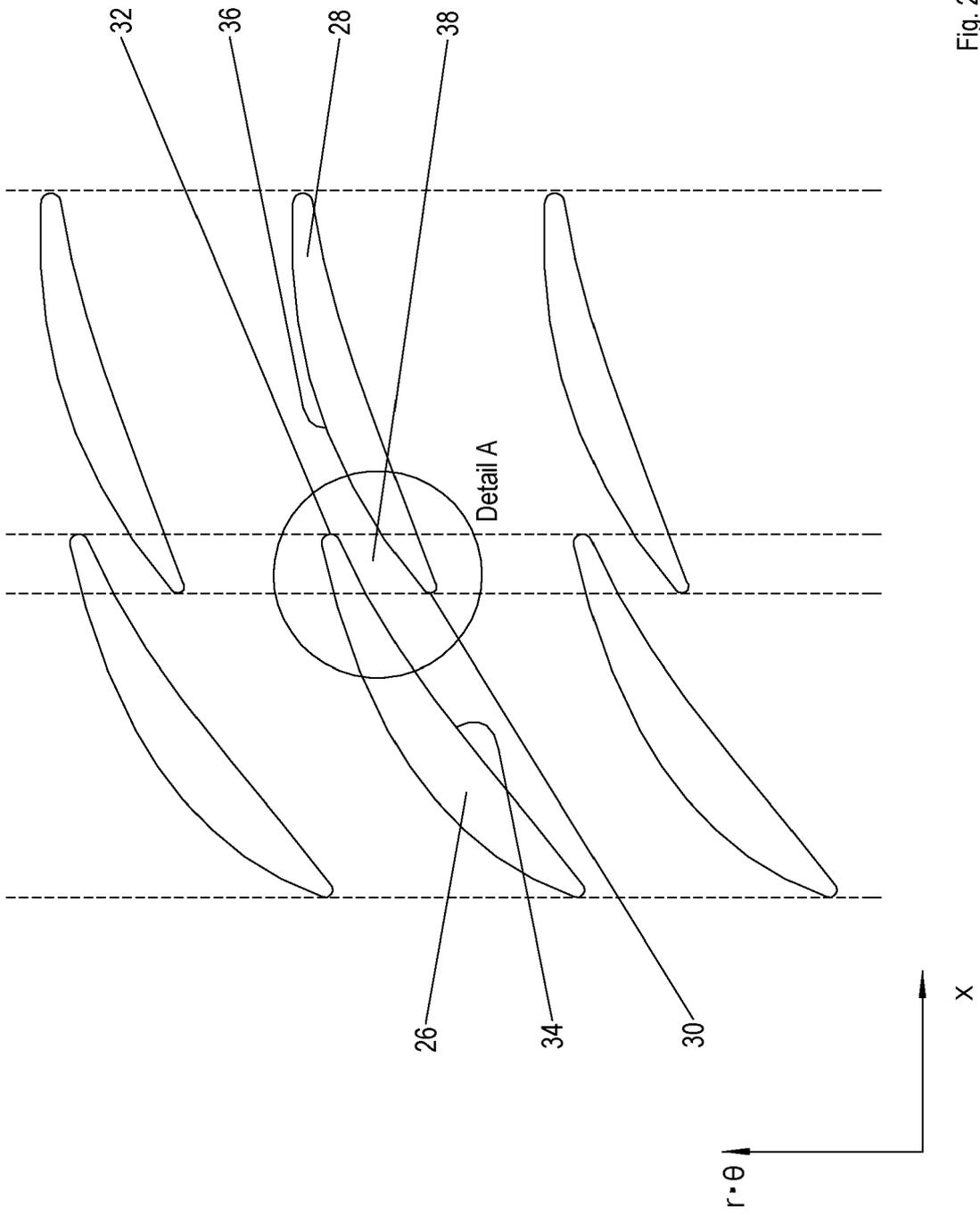


Fig. 2

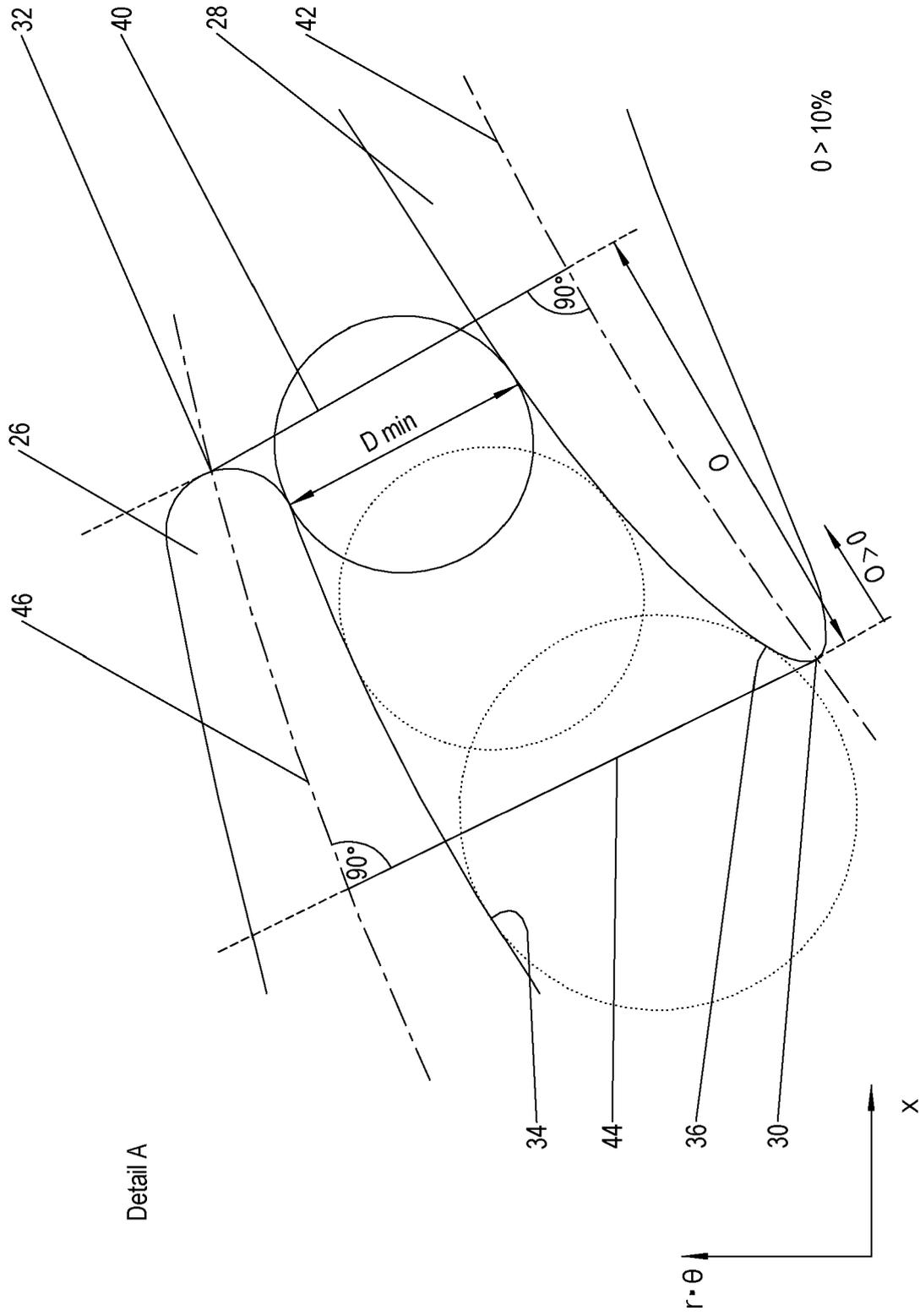


Fig. 3

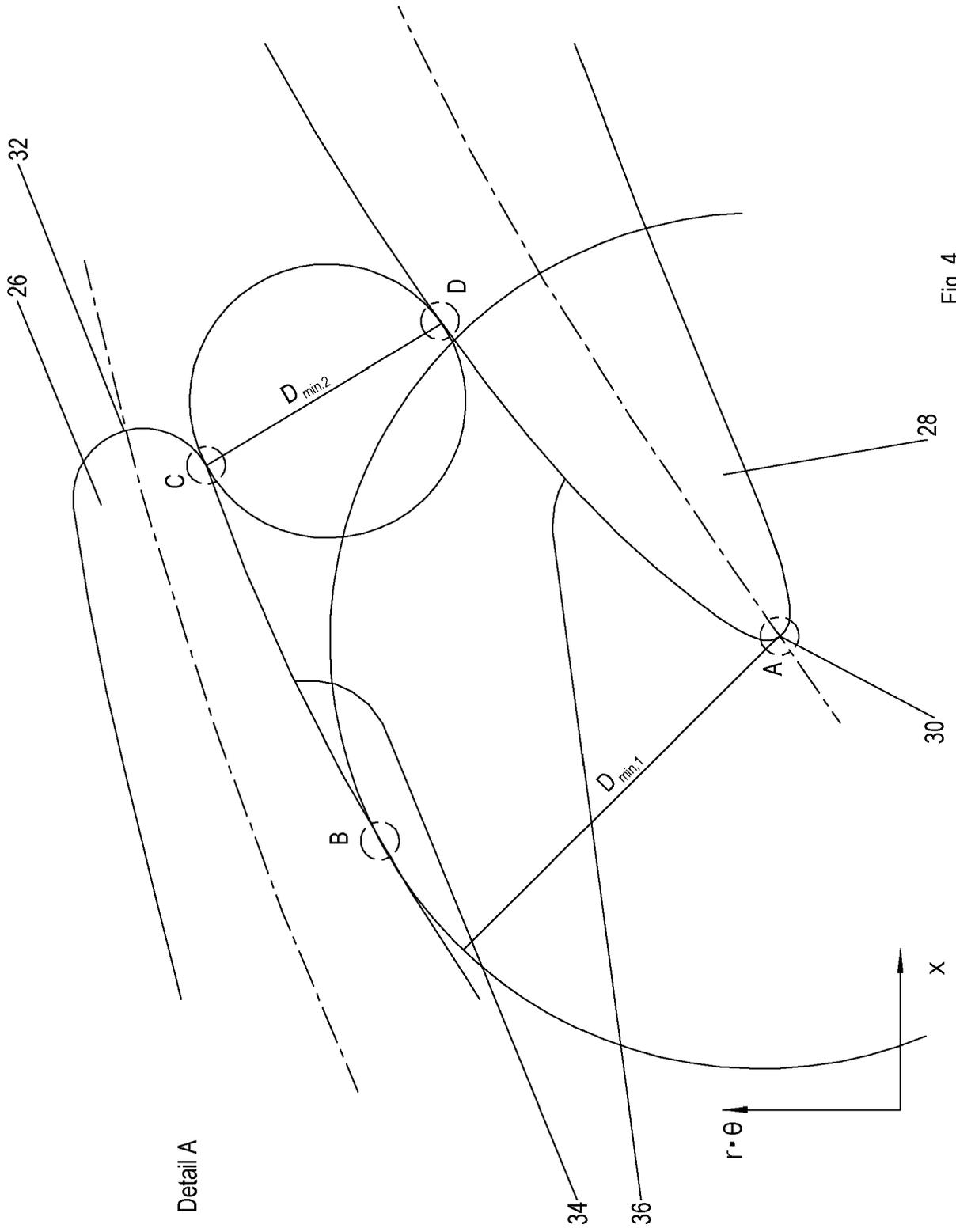


Fig. 4

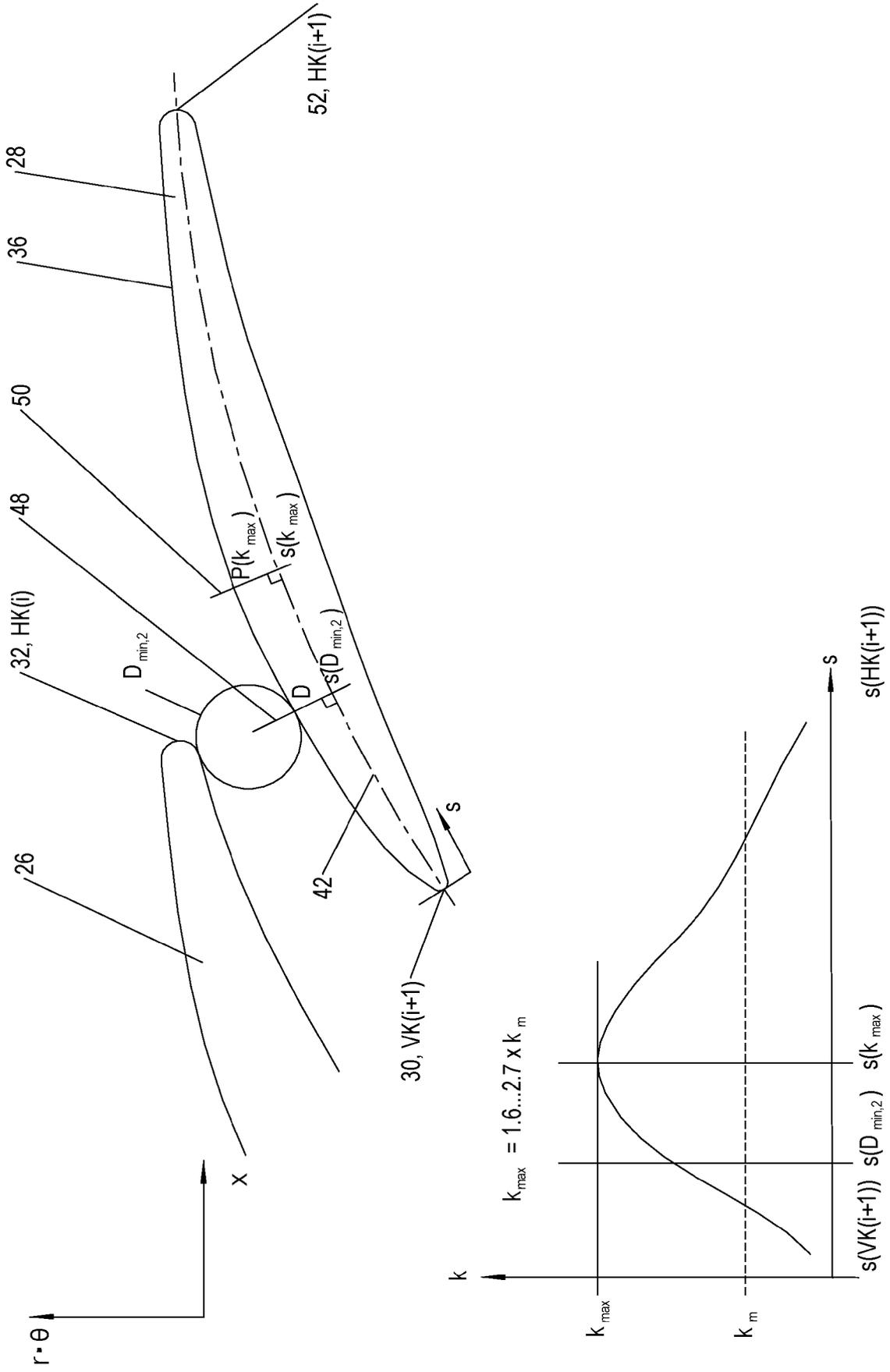


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 12 15 4944

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 195 807 A (SHEETS HERMAN E) 20. Juli 1965 (1965-07-20)	1-3,7	INV. F01D5/14 F01D9/04 F04D29/38
Y	* Spalte 7, Zeilen 67-73; Abbildungen 3,9,11 * * Spalte 12, Zeilen 23-25 *	4,5	
Y,D	DE 10 2009 013399 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 23. September 2010 (2010-09-23) * Absätze [0019], [0021]; Abbildung 3 *	4,5	
X	DE 10 2008 040698 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Januar 2010 (2010-01-28) * Absätze [0006], [0007], [0015], [0027]; Abbildungen 1,3 *	1-3,7	
X	DE 390 486 C (RUDOLF WAGNER DR) 20. Februar 1924 (1924-02-20) * Seite 2, Zeilen 83-92; Abbildung 1 *	1-3,7	
X	WO 2008/060195 A1 (VOLVO AERO CORP [SE]; BARALON STEPHANE [SE]) 22. Mai 2008 (2008-05-22) * Seite 10, Absatz 3 - Seite 11, Absatz 2; Abbildungen 2,3 *	1,7	
A	EP 2 351 920 A1 (IHI CORP [JP]) 3. August 2011 (2011-08-03) * Absatz [0063]; Abbildungen 6,8 *	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC) F01D F04D
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 6. Juli 2012	Prüfer Teusch, Reinhold
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 15 4944

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-07-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3195807 A	20-07-1965	KEINE	
-----			
DE 102009013399 A1	23-09-2010	CA 2748805 A1	23-09-2010
		DE 102009013399 A1	23-09-2010
		EP 2409002 A2	25-01-2012
		US 2011318172 A1	29-12-2011
		WO 2010105597 A2	23-09-2010
-----			
DE 102008040698 A1	28-01-2010	KEINE	
-----			
DE 390486 C	20-02-1924	KEINE	
-----			
WO 2008060195 A1	22-05-2008	EP 2092163 A1	26-08-2009
		US 2010158684 A1	24-06-2010
		WO 2008060195 A1	22-05-2008
-----			
EP 2351920 A1	03-08-2011	CN 102203396 A	28-09-2011
		EP 2351920 A1	03-08-2011
		US 2011206500 A1	25-08-2011
		WO 2010052911 A1	14-05-2010
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102009013399 A1 [0002]
- EP 0823540 B1 [0002]